施用激勃素 GA_3 減少鳳梨釋迦異常落果之研究

方信秀、黃淑慧、馬秀燕、徐智政、邱國棟

農業部農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系

摘要

鳳梨釋迦為台灣的重要果樹，對環境變化較敏感，易發生落果損失。本研究進行連續 2 年的試驗，探討施用激勃素 GA_3 (Gibberellic acid) 對減少落果發生之影響。試驗結果顯示因 12 月至 1 月環境溫度較高，對照組果實落果率分別為 32.1%、44% 與 23.41%，若每週使用 10 ppm 的 GA_3 處理，落果率可降為 17.8%、9.9% 與 9.7%，有顯著減少落果的效用。而成熟期於 1 月至 3 月的對照組果實落果率低於 10%，使用 GA_3 處理則落果率沒有達顯著性差異。進一步將落果率變化和調查時間前的氣象資料進行相關性分析，結果顯示，落果率和落果前 8-14 天的平均溫度有極顯著的相關，相關係數 (r , Correlation coefficient) 為 0.57。試驗結果顯示，較高氣溫環境造成的高落果率，可透過施用 10 ppm 的 GA_3 大幅減少採收前異常落果損失。

關鍵詞：鳳梨釋迦、激勃素、生長調節劑、落果、後熟、暖冬

緒言

'鳳梨釋迦'(*Annona x atemoya*) 為冷子番荔枝 (*Annona cherimola*) 與番荔枝 (*Annona squamosa*) 種間雜交種，英名通稱為 atemoya (Nakasone and Paull, 1998)。可良好生長於熱帶和亞熱帶氣候海拔 1,000 m 以下的區域 (Goenaga and David, 2016)，台灣以台東地區為主產地，種植面積約有 2,655 公頃。據農業部農糧署農業貿易網站查詢，主要外銷國家為中國，中國與香港的外銷總量佔總外銷量 99%。

台灣主要種植品種為 'Gefner'，因為夏期果裂果率極高，需透過修剪方式進行產期調節，生產裂果率較低之冬期果 (江與盧，2011)，產季通常於 11 月開始，到隔年 5 年產期結束 (圖 1)。平均過去 10 年的氣象資料顯示，台東地區約需到 12 月的月均溫才會降到 20℃ 以下，冬季雨量較夏季與秋季少 (圖 2)。冬季生產常有採收前落果、抽心或裂果情形發生 (圖 3)，可能是高溫逆境增加呼吸作用或乙烯含量較高所致 (林等，2017；張等，2021；Arseneault and Cline, 2016) 。過去研究發現採收前落果與較高的溫度、肥料施用著果數量有關 (蘇，2004)。為了減少環境氣候逆境干擾，降低鳳梨釋迦落果情形，本試驗使用植物生長調節劑激勃素 GA_3 於中果時期開始每週噴施，並逐週調查落果數量的變化，期望可減緩落果發生，減少農民損失。

使用生長調節劑減少果實落果的前人研究

收穫前落果是指生理成熟的果實在收穫前 3 到 4 個月發生的脫落現象 (Ferguson and Grafton-Cardwell, 2014；Iglesias *et al.*, 2007)。離層脫落是植物在離層（abscission zone）處由內源荷爾蒙控制細胞分離的生理過程 (Estornell *et al.*, 2013)。乙烯是啟動離層脫落的主要植物荷爾蒙，而生長素 Auxin 和激勃素 GA (Gibberellic acid) 則有抵消乙烯對離層脫落的作用 (Patterson, 2001)。過去有許多研究透過植物生長調節劑的施用，減少落果發生的研究。例如棗於果實施用 30 ppm 的 GA_3，落果率為 23% ，比對照組 28% 高 (Gill and Bal, 2011；Wang *et al.*, 2018)。荔枝使用 75 ppm 的 GA_3 落果率 72.19% 較對照組 78.96% 較佳 (Gupta *et al.*, 2022)。染黃龍病的柑橘樹以 33 ppm 的 GA_3 施用 5 次，果實落果率為 23%，比噴水的對照組落果率 30%有顯著改善 (Singh *et al.*, 2022)。

鳳梨釋迦使用激勃素有助於減少落果

為了解施用 GA_3 是否可減緩鳳梨釋迦採收前落果，進行連續 2 年的試驗驗證。分別於 2017-2018 年進行 3 批果實試驗與 2018 - 2019 年進行 4 批果實試驗。對照組每週噴水處理，試驗組每週使用 10 ppm 的 GA_3 噴施植株葉片，每株噴 1 L。於試驗前調查每株果實數量，並於每週調查落果數量，以計算每一株的落果率。

試驗結果如圖 3 所示。第 1 年進行 3 批試驗，第 1 批與第 2 批的每週落果率調查結果顯示，施用 GA_3 顯著較對照組減少落果率。第 1 批試驗的對照組於 2018 年 1 月 16 日 落果率達 32.1%，而 GA_3 處理的落果率為 17.8%。第 2 批試驗 2018 年 1 月 31 日 落果率，對照組高達 44%，而 GA_3 處理的落果率降為 9.9%。第 3 批試驗則對照組與 GA_3 處理的落果率沒有達顯著性差異；第 2 年進行 4 批試驗，第 1 批的每週落果率調查結果顯示，施用 GA_3 於 2018 年 12 月 12 日開始顯著較對照組減少落果率。最後於 2019 年 1 月 2 日收穫時，對照組落果率達 23.41%，而 GA_3 處理的落果率減少為 9.7%。第 2 批與第 3 批試驗於 2 種不同處理間的落果率皆沒有顯著性差異。第 4 批試驗結果顯示， 2019 年 1 月 16 日 與 2019 年 1 月 23 日 的對照組落果率分別為 8.2% 與 10.4%，顯著高於施用 GA_3 的 2.3% 與 4.1%。

進一步分析試驗期間的溫度變化情形，可見平均溫度在 10-12 月的平均溫度較 1 月與 2 月高 (圖 4)。可能因此導致前期收穫的果實落果率較高，而在 1 月-3 月因環境溫度較低採收的果實落果率較低。由以上試驗結果顯示，當溫度較高時，若每週施用 GA_3 的處理可顯著減少落果比例。當時間進到 1 月之後，氣溫較低，落果情形較低的情形，則施用 GA_3 則不能進一步減少落果的情形。

結果與討論

造成鳳梨釋迦採收前落果的原因很多，包括著果數過多、果實與枝條營養競爭、高溫等逆境環境造成離層發生(林等，2017；張等，2021；Arseneault and Cline，2016) 。鳳梨釋迦的落果主要發生於採收前 1 個月，鳳梨釋迦於授粉後 16 週 (112 天) 之後較會有落果情況的發生(張等，2021)。進一步將每週增加的落果率與每週氣象資料進行相關性分析如表 1 所示，可見落果率與落果發生前 8-14 天的平均氣溫有極顯著的相關性。鳳梨釋迦採收後需於 20℃ 的環境要 7.2 天軟熟(江與盧，2020)，比對本試驗結果推論，鳳梨釋迦果實於授粉後 16 週後，遇到平均溫度較高時，可能會引發催熟等生理反應，進而增加 7 天後落果率增加的機會。

本試驗結果顯示，於12月到1月初成熟的鳳梨釋迦果實，如遇較高氣溫，會造成高落果情形，若每週施用10 ppm GA_3，可以顯著減少落果率，有助於減少農民損失。植物體內原本來就存在內生的 GA_3，部分作物使用添加的 GA_3 輔助生產使用，據農業部植物保護資訊系統資料，GA_3目前容許在葡萄、草莓、蓮霧、梨、芹菜與菠菜等作物輔助生產使用，鳳梨釋迦仍待防檢署公告尚可在產業生產使用。但因暖冬趨於常態，預估在未來氣候環境下，鳳梨釋迦的採收前落果會形成產業缺口，適當施用 GA_3 減少落果發生，有潛力成為提升鳳梨釋迦產業競爭力的關鍵技術。

謝辭

感謝農業部支持研究經費，研究過程承蒙台東縣卑南鄉陳獻明先生與王俊勤先生提供鳳梨釋迦試驗場域，並感謝農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所劉秀雲小姐與林瑞芬小姐協助本研究進行，一併致上無限謝忱。

引用文獻

1. 江淑雯、盧柏松. 2011. 鳳梨釋迦在台東地區之果實生長與特性. 臺灣園藝 57(1):9-17.
2. 江淑雯、盧柏松. 2020. 溫度對鳳梨釋迦後熟之影響. 臺東區農業專訊 113:23-25.
3. 林延諭、陳奕君、盧柏松. 2017. 鳳梨釋迦生理落果現象介紹與防範措施. 臺東區農業專訊 100:13-15.

4. 張芳魁、江淑雯、盧柏松. 2021. 高溫對鳳梨釋迦採前落果的影響. 臺東區農業專訊 116:13-15.
5. 盧柏松. 2019. 鳳梨釋迦生理特性對產期之影響. 臺東區農業專訊 108:8-11.
6. 蘇德鎮. 2004. 春季鳳梨釋迦落果原因之探討. 臺東區農業改良場研究彙報 15:41-54.
7. Arseneault, M.H. and J.A. Cline. 2016. A review of apple preharvest fruit drop and practices for horticultural management. Sci. Hortic-Amsterdam 211:40-52.
8. Estornell, L.H., J. Agust, P. Merelo, M. Talon, and F.R. Tadeo. 2013. Elucidating mechanisms underlying organ abscission. Plant Sci. 199-200:48–60.
9. Ferguson, L. and E.E. Grafton-Cardwell. 2014. Citrus production manual. Univ. California, Agr. Natural Resources, Oakland, CA.
10. Gill, K. S., and J. S. Bal. 2011. Impact of application of growth regulators on Indian jujube. In II International Jujube Symposium. p. 119-124.
11. Goenaga, R., and D. Jenkins. 2016. Yield and fruit quality traits of atemoya hybrids grown in Puerto Rico. HortTechnology 26(4):547-551.
12. Gupta, A., V. K. Tripathi, and J. K. Shukla. 2022. Influence of GA_3, Zinc and Boron on fruit drop, yield and quality of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). In Biol. Forum-Int. J. 14:1079-1083.
13. Iglesias, D.J., M. Cercos, J.M. Colmenero-Flores, M.A. Naranjo, G. R. E. Carrera, O. Ruiz-Rivero, I. Lliso, R. Morillon, F.R. Tadeo, and M. Talon. 2007. Physiology of citrus fruiting. Braz. J. Plant Physiol. 19:333–362.
14. Nakasone, Y.H. and R.E. Paul. 1998. Tropical Fruits. In: Crop Production Science in Horticulture Series, CAB International, Wallingford, 468.
15. Patterson, S.E. 2001. Cutting loose. Abscission and dehiscence in *Arabidopsis*. Plant Physiol. 126(2):494–500.
16. Singh, S., T. Livingston, L. Tang, and T. Vashisth. 2022. Effects of exogenous gibberellic acid in huanglongbing-affected sweet orange trees under Florida conditions—II. Fruit production and tree health. HortScience 57(3):353-359.
17. Wang, Y., T. Tao, P. Liao, and Q. Deng. 2018. Effects of GA_3, NAA and PCPA on the fruit drop rate and quality of *Ziziphus jujuba* ‘Zhanshanmizao’. In 2018 7th International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2018) p. 1406-1409.

Study on the Application of Gibberellic Acid (GA_3) to Reduce Abnormal Fruit Drop in Atemoya (*Annona x atemoya*)

Hsin-Hsiu Fang, Shu-Hui Huang, Hsiu-Yen Ma, Chih-Cheng Hsu and Kuo-Tung Chiu

Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture.

ABSTRACT

Atemoya (*Annona x atemoya*) is an important fruit tree in Taiwan, with fruit production sensitive to environmental changes, often leading to fruit drop. This study was conducted over two consecutive years, aiming to reduce fruit drop by applying gibberellic acid (GA_3). Results showed that for fruits maturing between December and January, where higher environmental temperatures were observed, the fruit drop rates for control groups were 32.1%, 44%, and 23.41% across different batches. Weekly treatment with 10 ppm GA_3 significantly reduced the fruit drop rates to 17.8%, 9.9%, and 9.7%, respectively. For fruits maturing between January and March, where the control group had fruit drop rates below 10%, no significant differences were observed with GA_3 treatment. Further correlation analysis between fruit drop rates and weather data from 8-14 days prior to the drop revealed a significant positive correlation with average temperatures, with a correlation coefficient (r) of 0.57. The study concluded that in higher temperature environments, the application of 10 ppm GA_3 effectively reduces pre-harvest abnormal fruit drop.

Key words: atemoya, gibberellic acid, plant growth regulators, fruit drop, post-ripening, warm winter.

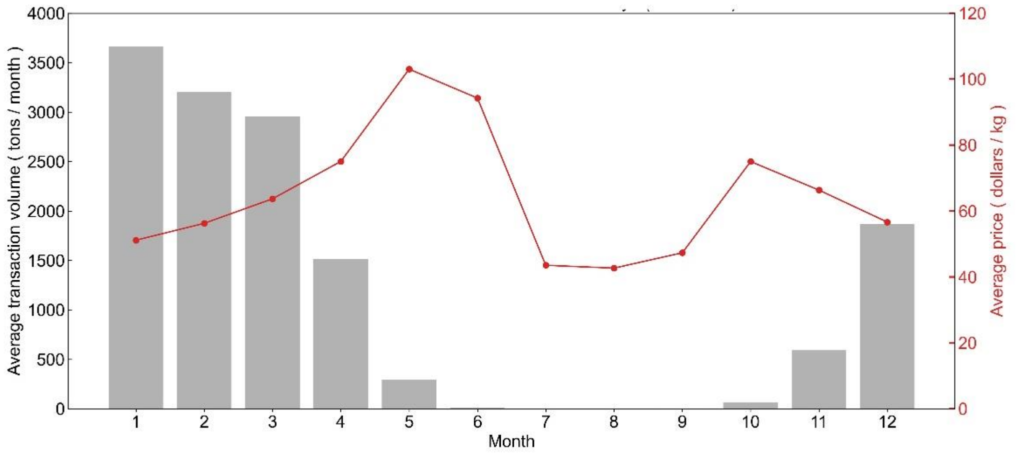

圖 1. 2014 - 2023 年全台拍賣市場月均銷售量與銷售均價。X 軸表示全年不同月份，Y 軸左邊為平均銷售量，Y 軸右邊為銷售均價。

Fig.1. Average monthly sales volume and average sales price in Taiwan's auction market from 2014 to 2023. The X-axis represents different months of the year, the left Y-axis shows average sales volume, and the right Y-axis shows average sales price.

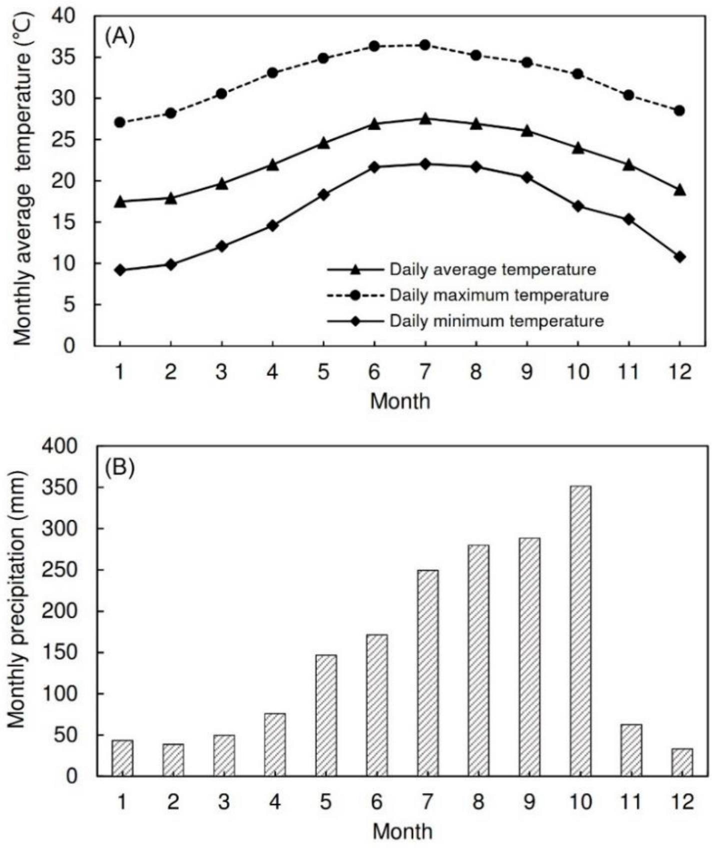

圖 2. 2014-2023 年鳳梨釋迦主產地氣象資料。(A)每月平均溫度，(B)每月累積降雨量。(東改班鳩分場氣象站 ：72S200)

Fig.2. Meteorological data from the main production area of atemoya from 2014 to 2013. (A) Average monthly temperature, (B) Monthly accumulated precipitation. (Weather station: 72S200)

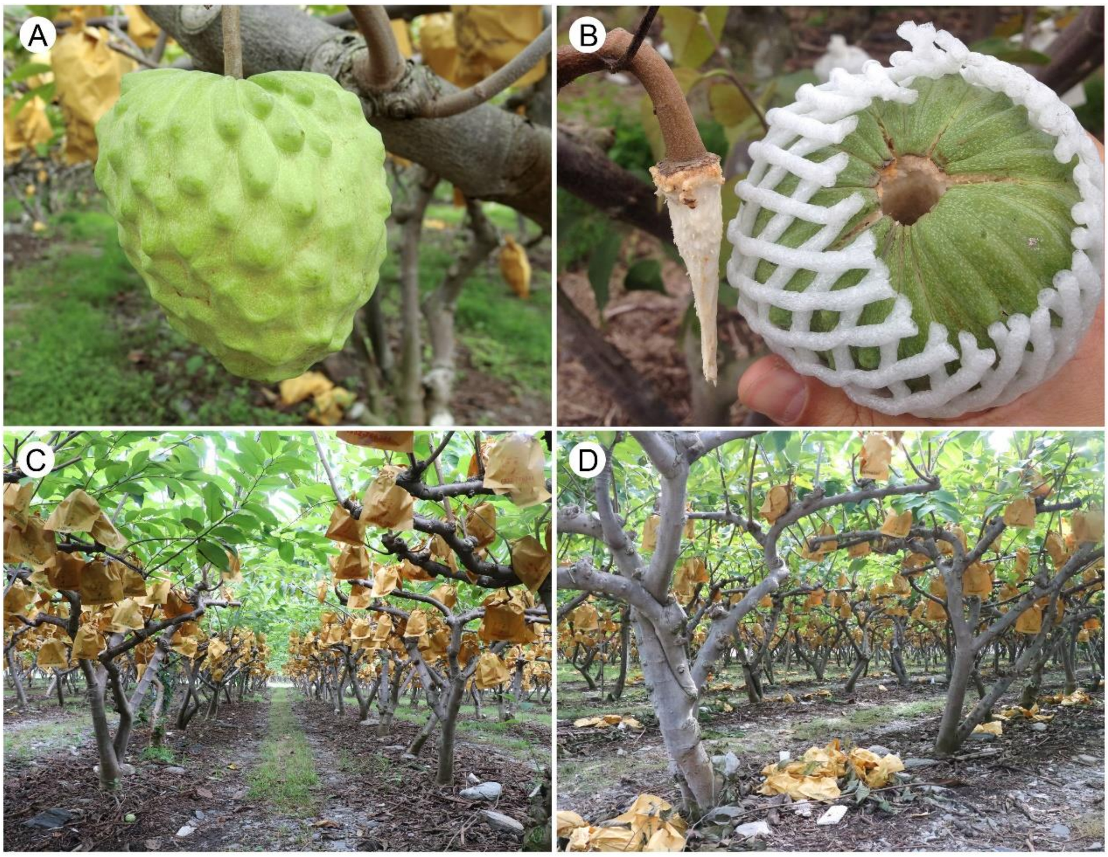

圖 3. 台東地區鳳梨釋迦著果與異常落果情形。(A)鳳梨釋迦正常著果，(B)鳳梨釋迦異常落果果梗抽心，(C)鳳梨釋迦無明顯落果，(D)鳳梨釋迦異常落果於地面。
Fig.3. Fruit set and abnormal fruit drop conditions of atemoya in the Taitung area. (A) Normal fruit set, (B) Abnormal fruit drop with exposed stem, (C) No significant fruit drop orchard, (D) Abnormal fruit drop on the ground.

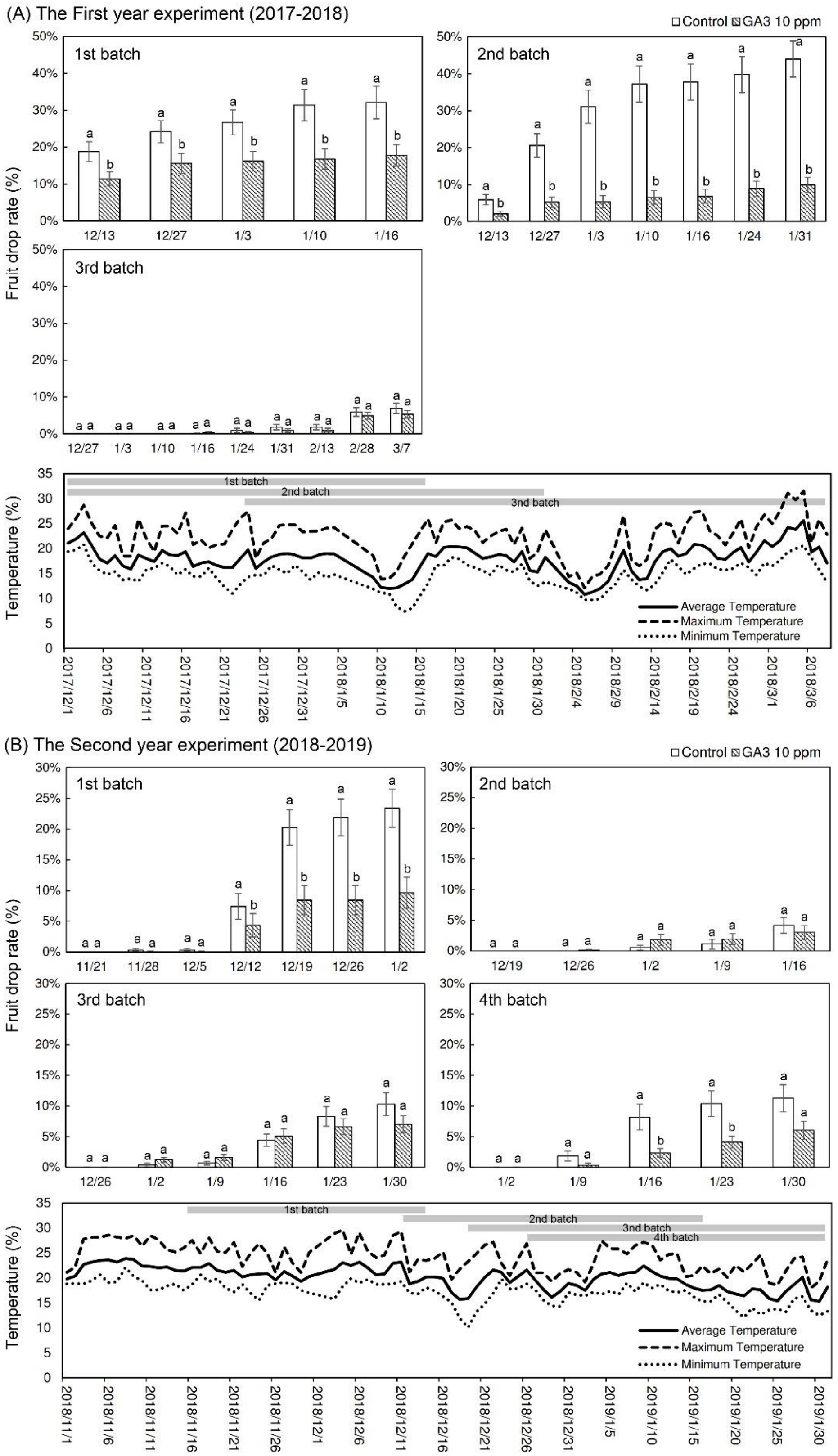

圖 4. 鳳梨釋迦進行 GA3 處理之落果率調查結果。(A)第 1 年試驗(2017-2018 年)，(B)第 2 年試驗 (2019-2019 年)。

Fig.4. Results of fruit drop rate survey with GA3 treatment on Atemoya. (A) First-year experiment (2017-2018), (B) Second-year experiment (2018-2019).

表 1. 鳳梨釋迦落果率與氣象因子之相關係數。

Table 1. Correlation coefficient (r) between atemoya fruit drop rate and meteorological factors.

Meteorological factors	Days before fruit drop rate investigation		
	1 - 7 days	8 – 14 days	15 – 21 days
Average temperature (℃)	0.22	0.57**	-0.01
Relative humidity (%)	0.01	0.12	-0.28
Precipitation (mm)	-0.18	0.00	-0.21
Sunshine (h)	-0.07	0.44	0.33